

POWERED BY **Dialog**

LENS SYSTEM CAPABLE OF SHORT-DISTANCE PHOTOGRAPHY**Publication Number:** 02-285313 (JP 2285313 A) , November 22, 1990**Inventors:**

- HAMANISHI YOSHINORI

Applicants

- NIKON CORP (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application Number: 01-106901 (JP 89106901) , April 26, 1989**International Class (IPC Edition 5):**

- G02B-009/64

JAPIO Class:

- 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS--- Optical Equipment)

Abstract:

PURPOSE: To obtain superior image formation performance over a wide focusing range by increasing the gap between 1st and 2nd groups which have positive refracting power and moving them toward an object side about a 3rd fixed negative group, and making the 3rd group satisfy specific conditions.

CONSTITUTION: The lens system has the 1st group and 2nd group which have the negative refracting power and the 3rd group which has negative refracting power and when focusing from an infinite-distance to a short distance is performed, the 1st and 2nd groups are moved toward the object side about the 3rd fixed group while expanding their mutual gap; and the 3rd negative group has a positive lens and a negative lens. The conditions shown by inequalities are satisfied, where (f) is the composite focal length of the whole optical system in the infinite-distance focusing state, $f_{(1)}$ the focal length of the 1st group, $f_{(2)}$ the focal length of the 2nd group, $f_{(3)}$ the focal length of the 3rd group, $f_{(12)}$ the composite focal length of the 1st and 2nd groups, and (q) the shape factor of the positive lens in the 3rd group. The shape factor (q) is defined as $q = (r_b + r_a) / (r_b - r_a)$, where r_a is the radius of curvature of the object-side lens surface of the lens element and r_b is the radius of curvature of the image-side lens surface. Consequently, the superior image formation performance is obtained over the wide focusing range. (From: *Patent Abstracts of Japan*, Section: P, Section No. 1164, Vol. 15, No. 55, Pg. 96, February 08, 1991)

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 3309813

⑫ 公開特許公報(A)

平2-285313

⑤ Int.Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)11月22日

G 02 B 9/64

8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全12頁)

⑭ 発明の名称 近距離撮影可能なレンズ系

⑯ 特 願 平1-106901

⑰ 出 願 平1(1989)4月26日

⑱ 発 明 者 濱 西 芳 徳 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称

近距離撮影可能なレンズ系

2. 特許請求の範囲

(1) 物体側から順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群及び負屈折力の第3群を有し、無限遠から近距離に合焦する際に、前記第1群と前記第2群とが該両群の間隔を拡大しつつ、像面に対して固定された前記第3群に対して物体側に移動し、前記負の第3群は物体側から順に正レンズと負レンズとを有し、

f : 無限遠合焦状態の全光学系の合成焦点距離

f_1 : 前記第1群の焦点距離

f_2 : 前記第2群の焦点距離

f_3 : 前記第3群の焦点距離

f_{12} : 前記第1群と第2群との合成焦点距離

q : 前記第3群中の正レンズの形状因子

とするとき、

$$1.72 < f_1 / f < 2.0 \quad (1)$$

$$1.5 < f_1 / f_2 < 2.0 \quad (2)$$

$$-5.5 < f_3 / f < -2.0 \quad (3)$$

$$1.05 < f / f_{12} < 1.3 \quad (4)$$

$$-1.22 < q < -0.65 \quad (5)$$

(尚、形状因子 q は、そのレンズ成分の物体側レンズ面の曲率半径を r_a とし、像側レンズ面の曲率半径を r_b とすると、

$$q = (r_b + r_a) / (r_b - r_a)$$

で定義するものとする。)

の各条件を満足することを特徴とする近距離撮影可能なレンズ系。

(2) 前記第3群中の正レンズ及び負レンズの各焦点距離を F_p 、 F_n とすると、

$$0.18 < |F_p / f_1| < 0.45 \quad (6)$$

$$0.15 < F_n / f_1 < 0.3 \quad (7)$$

の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の近距離撮影可能なレンズ系。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は無限遠から等倍まで、撮影可能な近距

離補正方式を採用した標準レンズ、特に大口径比マイクロレンズあるいは大口径比マクロレンズに関する。

〔従来の技術〕

無限遠から極近接距離まで撮影可能なレンズ系は従来種々提案されている。これらのうち物体側から順に正の第1群、正の第2群、負の第3群からなる3群構成であって、合焦に際して3つの群全てを物体側へそれぞれ繰り出して合焦するもの(a)として、特開昭59-228220号公報、特開昭62-195617号公報、特開昭57-46222号公報、特開昭57-46222号公報等が知られている。

また負の第3群を固定して正の第1群と第2群をそれぞれ物体側へ繰り出すことによって合焦するもの(b)として、(1)特開昭56-107210号公報、(2)特開昭58-34418号公報、(3)特開昭59-15241号公報等がある。

さらに、負の第3群を固定して正の第1群と第2群とを一体として物体側へ繰り出すことによって近距離合焦するもの(c)として、特開昭63-

(2)のものでは第3群の構成は比較的簡単ではあるが第3群の担う倍率が比較的高くなっているため、良好な収差補正状態にて撮影可能な至近距離はせいぜい撮影倍率にして1/2倍程度に過ぎない。(3)のものでは、第3群の担う倍率が低すぎるため第1群の最大繰り出し量を大きくすることが必要となり、至近距離撮影状態における周辺光量を確保するために固定された第3群のレンズ口径が大きくなるものになってしまう。

そこで、本発明の目的は、比較的簡単なレンズ構成でありながら、無限遠から等倍に至る極めて広い合焦領域にわたって優れた結像性能を維持するとともにレンズ系の小型化を可能とし又レンズ鏡筒の構造上も無理のないレンズ系を提供することにある。

〔課題を解決する為の手段〕

本発明は、物体側から順に、正屈折力の第1群、正屈折力の第2群及び負屈折力の第3群を有し、無限遠から近距離に合焦する際に、第1群と第2

179308号公報、特開昭60-188917号公報、特開昭62-22711号公報がある。

〔発明が解決しようとする課題〕

これらのレンズはいずれもフローティング方式を採用したマイクロレンズ、あるいはマクロレンズと呼ばれており、無限遠から撮影倍率が等倍乃至1/2倍程度までの近距離撮影が可能となっている。3つの群が全て移動する上記(a)のレンズ系では可動レンズ群の数が多いため近距離撮影時の収差変動の補正の自由度が高いという利点がある反面、合焦機構が複雑となり、レンズ群の偏心公差等が厳しくなるという問題があった。

また、上記(c)のレンズ系は合焦機構が簡単ではあるが収差補正の自由度が不足して無限遠から等倍までの広い合焦範囲にわたって光学性能は十分とは言えない。

そして、上記(b)のレンズ系のうち(1)のものでは、等倍まで撮影可能ではあるものの、第3群は非常に複雑なレンズ構成となっている。また、

群とが該両群の間隔を拡大しつつ、像面に対して固定された第3群に対して物体側に移動し、負の第3群は物体側から順に正レンズと負レンズとを有する構成を基本としている。そして、

f : 無限遠合焦状態の全光学系の合成焦点距離

f_1 : 前記第1群の焦点距離

f_2 : 前記第2群の焦点距離

f_3 : 前記第3群の焦点距離

f_{12} : 前記第1群と第2群との合成焦点距離

q : 前記第3群中の正レンズの形状因子

とするとき、

$$1.72 < f_1 / f < 2.0 \quad (1)$$

$$1.5 < f_1 / f_2 < 2.0 \quad (2)$$

$$-5.5 < f_3 / f < -2.0 \quad (3)$$

$$1.05 < f / f_{12} < 1.3 \quad (4)$$

$$-1.22 < q < -0.65 \quad (5)$$

(なお、形状因子 q は、そのレンズ成分の物体側レンズ面の曲率半径を r_a とし、像側レンズ面の曲率半径を r_b とするとき、

$$q = (r_b + r_a) / (r_b - r_a)$$

で定義するものとする。) の各条件を満足するものである。

(作 用)

この種のマイクロレンズは無限遠から等倍までの近接撮影が可能であり、撮影倍率の増大につれてレンズの移動量は一般に非常に大きくなる。例えば全体繰り出し方式によるレンズの繰り出し量 x は、

$$x = -\beta f \quad \text{..... ①}$$

(但し、 β は撮影倍率、 f は全系の焦点距離) と表され、等倍 ($\beta = -1$) のとき、繰り出し量 x は、

$$x = f$$

となり、非常に大きくなる。

一方、正の屈折力 ($1/f_1$) を有する前群と負の屈折力 ($1/f_2$) を有する後群とで構成される2群構成のレンズとする場合、負の後群を固定して正の前群を物体側へ x_1 だけ移動することによって合焦する場合、合成倍率を β_{11} とすると

き、繰り出し量 x_1 の関係式は、

$$x_1 = -\beta_1 \cdot f_{11}$$

$$\beta_{11} = \beta_1 \cdot \beta_2$$

$$f_{11} = f_1 \cdot \beta_2$$

より、

$$x_1 = -\beta_{11} \cdot f_1^2 / f_{11} \quad \text{..... ②}$$

(ただし β_1 、 β_2 は各群の担う倍率)

となる。従って合成倍率 (撮影倍率) $\beta_{11} = -1$ のとき、繰り出し量 x_1 は、

$$x_1 = f_1^2 / f_{11}$$

となる。

ここで、 $f_1 < 0$ 、 $\beta_1 > 1$ であるから、

$$x_1 / x = f_1^2 / f_{11}^2 = 1 / \beta_2^2 < 1$$

となり、

$$x_1 < x$$

となることは明らかである。

従って、正の前群と負の後群との2群構成とすることによって、全体繰り出し方式による場合よりも合焦に必要な繰り出し量を減少することができる。

上記本発明の構成において、仮りに第1群と第2群とを一体の前群とみなすと、上述した如く、実質的には正レンズ群と負レンズ群との正・負2群タイプのレンズ系となり、負の第3群は後群に相当することとなる。そして、本願発明の構成と上記2群タイプのレンズ系との相違は前群の中で合焦に際し、正の第1群と第2群との間隔が拡がりつつ物体側へそれぞれ繰り出ていくことである。このとき、第1群と第2群との合成からなる前群としての屈折力 $1/f_{11}$ は至近において弱くなる。

すなわち、無限遠合焦状態における第1群と第2群の主点間隔を D 、その至近距離撮影状態における変化量を ΔD (≥ 0) とするとき、

$$\frac{1}{f_{11}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d + \Delta d_1}{f_1 \cdot f_2} \quad \text{..... ③}$$

$$(f_1 > 0, f_2 > 0)$$

の関係が成り立ち、この(3)式から判るように、前群は至近距離において焦点距離が長くなり、合焦に際して繰り出し量が大きくなる。しかし、この前群中の近距離補正が至近での収差補正の自由度

を生ずる特徴を有している。

また本発明においては、至近で全系の屈折力が強くなるように第3群に適当な負の屈折力を有するレンズ群を配置しているため、②において上述の如く前群のレンズ群の繰り出し量を比較的小くすることが可能となっている。これらがマイクロレンズとして重要な条件である。

また、マイクロレンズは至近距離撮影においてレンズの繰り出し量が極めて大きいため、レンズ鏡筒があまり太くならないように繰り出し機構にいろいろと工夫がなされている。一般には、繰り出し機構が多重となりレンズ鏡筒の外径が大きくなる。この多重性を少なくしてレンズ系を細くするためには、レンズ系の無限遠配置におけるレンズ系の長さある程度長くして、レンズ系の実質的繰り出し量を少なくすることが一眼レフカメラ用レンズでは必要である。

さらに、本発明のマイクロレンズでは前群の繰り出し量が大きいため、至近距離撮影状態において十分な周辺光量を確保するためには、固定さ

れた第3群のレンズの有効口径が大きくなってしまい、レンズ鏡筒の太さを細くすることが困難になってしまう。これを防ぐために、強い負の屈折力を有する第3レンズ群によって射出瞳を像側へ近づけることができ、かつ、繰り出し量も減ずることができるが、第1群と第2群とからなる前群として明るいレンズ系を必要とされるために、収差補正が難しくなる傾向にある。

そして、第3群中のレンズ配置を物側から順に正、負のレンズ成分を配置することにより、射出瞳を像面側に近づけ、固定された第3群の口径を小さくすることを可能にしている。しかも、第3群中のレンズ成分をこのように配置することによって第3群の担う倍率を低くおさえることが可能であり、収差補正上非常に有利である。

以上の如き様々の観点からして、本願発明においては上記の如く、各レンズ群の屈折力の配分について、また第3群の中の正レンズについて、(1)~(5)の条件を必要としている。

域でサジタル像面が負に過大となるので不適当である。上限を超えると、第1群の屈折力が弱く、第2群の屈折力が強くなり過ぎるので無限遠と至近距離における球面収差の変動、及び外向性コマ収差の変動が過大となる。これを補正するためには第2群や、第3群のレンズ枚数を増す必要があるので不適当である。

条件式(3)は全系の合成屈折力に対する第3群の屈折力の適切な屈折力配分を規定するものである。上限を超えると、第3群の屈折力が強くなり過ぎ、しかも第3群の担う倍率が大きくなり過ぎるので、第1群、第2群のみかけのFナンバーが小さくなる。これらのレンズ群での残存球面収差、コマ収差等が大きくなりがちであり、第3群にて第1群、第2群で発生した諸収差、特に高次の色収差や球面収差を補正することも困難である。さらに、第3群によって正の歪曲収差が過大に発生してこれを補正するには多数のレンズ枚数を必要とされるので不適当である。

条件式(3)の下限を外れると、第3群の屈折力が

上記の考察に基づいた各条件について以下に詳述する。

条件式(1)は第1群の屈折力に対する全系の屈折力の比であり、第1群の適切な屈折力配分を規定するものである。下限を超える場合には、第1群の屈折力が強くなり過ぎるため、バックフォーカスが充分確保できなくなり、第3群の倍率 β_3 も強くすることが必要となる。このため至近距離での輪帯球面収差の補正が困難となる。また第1群と第2群の間隔も充分確保することが出来なくなる。上限を超える場合には、第1群の屈折力が弱くなり、至近での球面収差、倍率の色収差との収差変動が過大に発生し、補正が困難となる。

条件式(2)は第1群の屈折力に対する第2群の屈折力の比に関しており、第1群と第2群の適切な屈折力の配分を規定するものである。下限を超えると、第1群の屈折力が強くなり過ぎ、第2群との間隔の絞り空間を充分に確保することができなくなる。また至近距離撮影状態での輪帯球面収差の補正が困難であり、1/2倍の中間倍率の撮影傾

弱くなり過ぎ、第3群の倍率が低くなるので、合焦に際し、第1群、第2群の繰り出し量を減ずる効果が小さくなるので不適当である。また第3群を合焦に際し、固定しているため、第3群は最至近での周辺光量を充分確保するためにこの群中のレンズ群の有効径は大きくなるので不適当である。さらに、第3群の屈折力を弱くし過ぎるとバックフォーカスを不必要に短くすることになり、不適当である。

条件式(4)は、前系の屈折力に対する第1群と第2群との合成屈折力の比を規定するものであり、実質的には第3群の担う倍率を規定したものとなっており、上記条件式(3)を補足するものである。この条件の下限を外れる場合には、合焦のための第1群と第2群との移動量が、レンズ系全体の移動による場合と同様に大きくなってしまふ。しかも、第3群の負の屈折力が非常に弱いものとなるため、収差補正上も不利になる。この条件の上限を超える場合には、第3群の担う倍率が大きくなって、前群に相当する第1群と第2群との合成屈

折力が強くなり過ぎるため、近距離合焦時の収差変動を良好に補正することが難しくなる。

条件式(5)は第3レンズ群中の物体側に配置される正レンズについての適切な形状を規定するものである。上限を超える場合には、第2群と第3群との間隔を十分に確保することが難しくなり、共に、球面収差が負に過大となり、非点収差も負に過大になる。また下限を外れる場合には、バックフォーカスが短くなる傾向が著しくなり、共に、球面収差が正に過大となり、非点収差も正に過大になり、近距離撮影状態における収差変動を良好に補正することが難しくなる。

以上の如き、本願発明の構成において、第3群中の正レンズ及び負レンズの各焦点距離を F_p 、 F_n とすると、さらに以下の条件を満足することが望ましい。

$$0.18 < |F_p / f_s| < 0.45 \quad \text{..... (6)}$$

$$0.15 < F_n / f_s < 0.3 \quad \text{..... (7)}$$

条件式(6)及び(7)は、第3群の屈折力に対する正

L_1 としての両凸形状の正レンズとで構成することが望ましい。そして、第2群中の第4レンズと第5レンズとの接合面を物体側に凸面に向けた構成とすること、即ちこの接合面の曲率半径 r について、 $r > 0$ とすることが望ましい。これにより、第2群で軸上の色収差の変動を適切にコントロールすることが可能となる。

〔実施例〕

以下に本願発明の実施例について説明する。

本発明によるマイクロレンズは、無限遠から撮影倍率が等倍($\beta = -1$)に達する近距離撮影が可能なレンズ系であり、そのレンズ構成は第1図に示すとおりである。

すなわち、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ群 G_1 、正屈折力の第2レンズ群 G_2 、及び負屈折力の第3レンズ群 G_3 から構成され、第1レンズ群 G_1 は物体側から順に第1レンズ L_1 として両凸形状の正レンズ、第2レンズ L_2 として物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、第3レンズ L_3 とし

レンズ及び負レンズそれぞれについての適切な屈折力配分を規定するものである。

各条件の下限を外れる場合には、第1成分の正の屈折力が強くなり、それにつれて第2成分の負の屈折力も強くなり過ぎ、軸外収差が発生し補正が困難であると共に、第3群の主点が像側へ著しく移動し、射出瞳も著しく像面側に近づき、第3群のレンズの外径を小さくできるが、軸外収差の補正が困難である。また、各条件の上限を超える場合には、第1成分、第2成分の屈折力が弱くなり、倍率の色収差の補正や、射出瞳位置を十分に像側へ移動する効果が弱くなるため望ましくない。

また、第1群のレンズ構成としては、物体側から順に第1レンズ L_1 として両凸形状の正レンズ、第2レンズ L_2 として物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ、第3レンズ L_3 として物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズで構成することが望ましく、第2群は、第4レンズ L_4 として物体側に凹面を向けた負レンズと第5レンズ L_5 として第4レンズ L_4 と接合された正レンズ、及び第6レンズ

として物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、正屈折力の第2レンズ群 G_2 は、第4レンズ L_4 として物体側に凹面を向けた負レンズと第5レンズ L_5 として第4レンズ L_4 と接合された正レンズ、及び第6レンズ L_6 としての両凸形状の正レンズから構成されている。また、負屈折力の第3レンズ群 G_3 は物体側から順に、第7レンズ L_7 として像側により強い曲率の面を向けた正レンズ、及び第8レンズ L_8 として物体側により曲率の強い面を向けた負レンズとで構成されている。

各実施例はいずれも、前述のとおり、正の第1レンズ群 G_1 と正の第2レンズ群 G_2 との間の絞り空間を拡大しつつ、物体側に移動することによって、後続の負の第3群との間隔を拡大するものである。絞りは、第1群と第2群との間に配置され、第2群と一体的に移動する構成としている。

尚、第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との間隔は、より近距離への撮影の際には拡大することが必要であるが、第3レンズ群 G_3 を第2レンズ群 G_2 よりは少ない量ではあるが物体側に共に移動する

構成とすることによって、第3レンズ群G₃の有効口径を小さく保ち、レンズ系の小型化を図ることが可能であり、また収差変動補正の自由度を高めることが可能となる。

以下の表1～4に、本発明による第1～第4実施例の諸元を示す。

各表中、左端の数字は物体側からの順序を示し、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面間隔、Abbeはアッペ数、nは屈折率を表すものとする。

表1 (第1実施例)

	r	d	Abbe	n
1	70.877	2.80	46.8	1.76684
2	-205.234	.10		
3	17.852	3.50	48.1	1.71700
4	35.801	1.00		
5	93.585	1.20	35.7	1.62588
6	15.502	(可変)		
7	-23.472	1.20	30.0	1.69895
8	120.028	9.00	53.9	1.71300
9	-28.651	.20		
10	312.770	2.80	46.8	1.76684
11	-60.948	(可変)		
12	280.307	4.20	33.7	1.64831
13	-38.640	1.50		
14	-36.773	1.50	40.8	1.79631
15	192.917	39.38		

F/B	80.0000	-5.0000	-1.0000
D0	∞	154.39	90.44
d8	6.05	10.08	15.92
d11	1.23	21.77	44.14

$$\begin{aligned}
 f_1 / f &= 1.740 & f_p / f_s &= -0.311 \\
 f_1 / f_s &= 1.803 & f_n / f_s &= 0.229 \\
 f_s / f &= -2.82 \\
 f / f_{11} &= 1.2 \\
 q &= -0.758
 \end{aligned}$$

表2 (第2実施例)

	r	d	Abbe	n
1	70.849	3.40	46.8	1.76684
2	-192.254	.10		
3	17.579	3.30	53.9	1.71300
4	34.611	1.20		
5	95.478	1.20	37.0	1.61293
6	15.218	(可変)		
7	-23.128	1.20	30.0	1.69895
8	94.993	9.00	49.5	1.74443
9	-28.358	.20		
10	509.920	2.80	45.4	1.79668
11	-85.042	(可変)		
12	255.949	4.20	38.0	1.60342
13	-39.203	1.50		
14	-38.973	1.50	43.3	1.84042
15	310.313	39.44		

F/B	80.0000	-5.0000	-1.0000
D0	∞	154.80	90.85
d8	5.85	10.58	15.52
d11	1.06	21.60	43.96

$$\begin{aligned}
 f_1 / f &= 1.740 & f_p / f_s &= -0.330 \\
 f_1 / f_s &= 1.803 & f_n / f_s &= 0.240 \\
 f_s / f &= -2.86 \\
 f / f_{11} &= 1.2 \\
 q &= -0.734
 \end{aligned}$$

表3 (第3実施例)

	r	d	Abbe	n
1	75.800	2.90	46.8	1.76684
2	-178.265	.10		
3	17.566	3.50	50.2	1.72000
4	38.301	1.10		
5	130.000	1.25	35.7	1.62588
6	15.147	(可変)		
7	-25.145	1.10	30.0	1.69895
8	73.000	8.40	50.2	1.72000
9	-26.340	.15		
10	155.000	2.60	45.4	1.79668
11	-104.530	(可変)		
12	-349.910	4.20	35.5	1.59507
13	-32.873	1.50		
14	-32.700	1.50	45.4	1.79668
15	-1798.346	37.99		

F/B	80.0000	-5.0000	-1.0000
D0	∞	153.14	89.30
d8	6.41	10.79	15.52
d11	1.32	20.34	40.89

$$\begin{aligned}
 f_1 / f &= 1.760 & f_p / f_s &= -0.422 \\
 f_1 / f_s &= 1.996 & f_n / f_s &= 0.291 \\
 f_s / f &= -2.398 \\
 f / f_{11} &= 1.25 \\
 q &= -1.207
 \end{aligned}$$

表4 (第4実施例)

	r	d	Abbe	n
1	48.000	3.00	49.4	1.77279
2	1942.203	.10		
3	18.896	3.40	53.9	1.71300
4	30.796	1.20		
5	71.000	1.30	37.0	1.61293
6	16.121	(可変)		
7	-23.216	1.30	29.5	1.71736
8	300.000	8.20	49.5	1.74443
9	-27.156	.10		
10	200.000	3.00	45.4	1.79868
11	-100.177	(可変)		
12	290.000	4.00	41.0	1.70154
13	-47.315	1.50		
14	-43.849	1.50	45.0	1.74400
15	181.502	39.02		

P/B	80.0000	-5.0000	-1.0000
D0	∞	160.92	98.78
d 6	6.11	11.06	18.02
d11	1.91	26.64	53.67

$$\begin{aligned}
 f_1 / f &= 1.824 & f_p / f_s &= -0.189 \\
 f_1 / f_s &= 1.650 & f_d / f_s &= 0.153 \\
 f_s / f &= -5.144 \\
 f / f_{11} &= 1.094 \\
 q &= -0.719
 \end{aligned}$$

上記の第1乃至第2実施例についての諸収差図を、それぞれ第2図乃至第5図に示す。各収差図の(A)は無限遠合焦状態、(B)は至近距離撮影状態として撮影倍率が等倍($\beta = -1$)での諸収差を示している。

各収差図から、本願発明による各実施例とも、無限遠撮影状態においては勿論、撮影倍率が等倍という極めて近距離の合焦状態においても、非常に優れた結像性能を維持していることが明らかである。

(発明の効果)

以上の如く本願発明によれば、比較的簡単なレンズ構成でありながら、無限遠から等倍に至る極めて広い合焦領域にわたって優れた結像性能を維持するとともに、レンズ系の小型化を可能とし又レンズ鏡筒の構造上も無理のないレンズ系を達成することが可能となる。

そして、最大倍率を得るまでのレンズの移動量をほど良く減少することができ、又レンズ構成枚

数を少なくできるので軽量化も促進される。また、上記実施例の如く第3群を固定とする場合には、合焦のために第1群と第2群のみが移動するため、合焦のためにレンズ群を繰り出すための仕事量を少なくできる。よってオートフォーカス用のレンズ系として、有効な構成を実現することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本願発明による実施例のレンズ構成図、第2図乃至第5図は本願発明による第1乃至第4実施例の諸収差図であり、各収差図の(A)は無限遠合焦状態、(B)は撮影倍率 $\beta = -1$ の至近距離合焦状態における諸収差図である。

(主要部分の符号の説明)

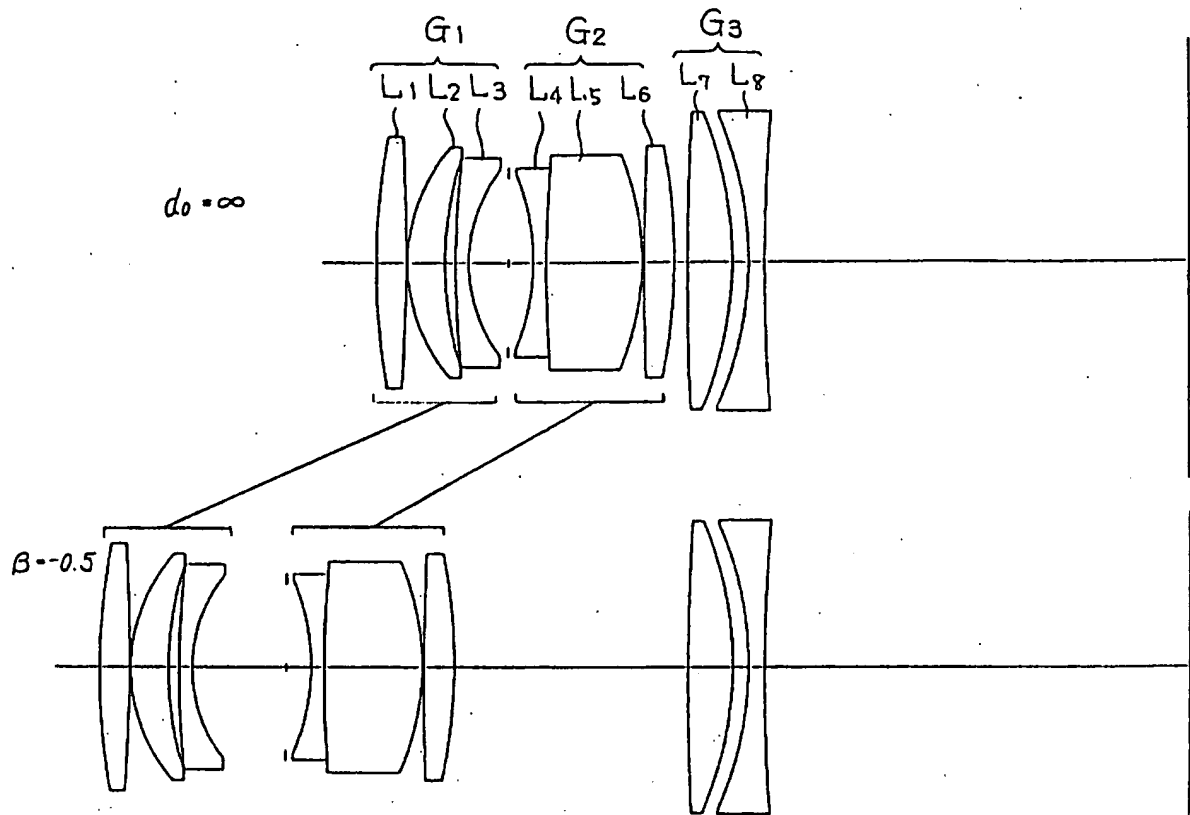
G₁…正の第1群

G₂…正の第2群

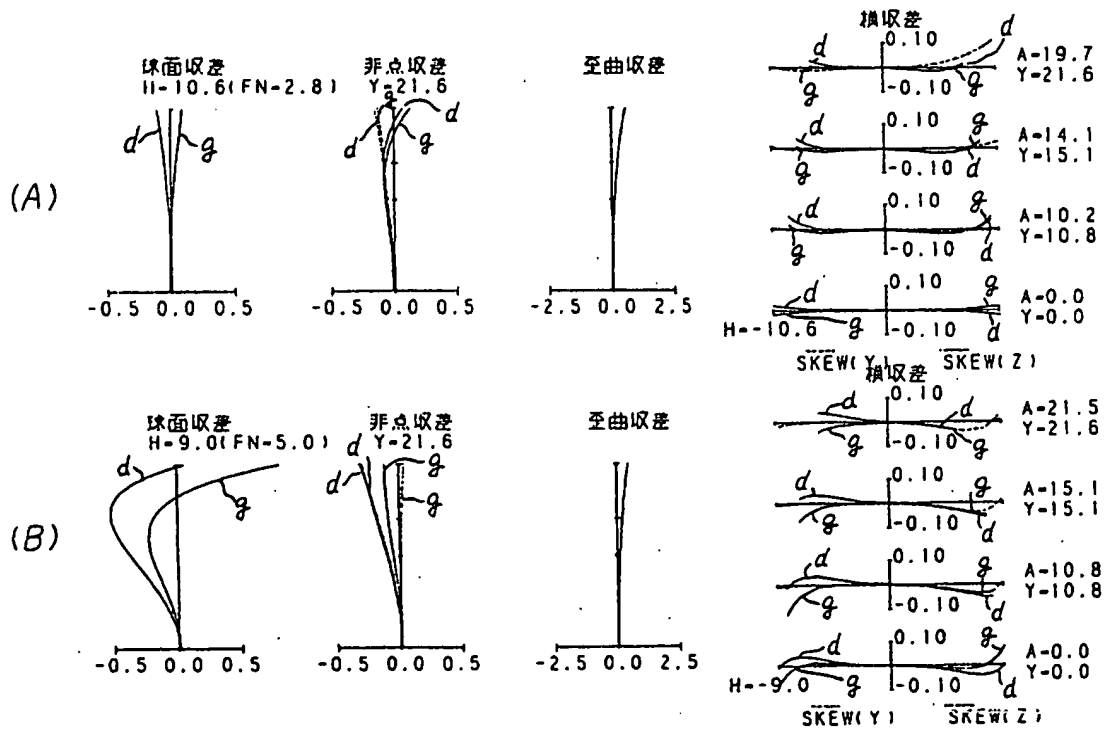
G₃…負の第3群

出願人 株式会社ニコン

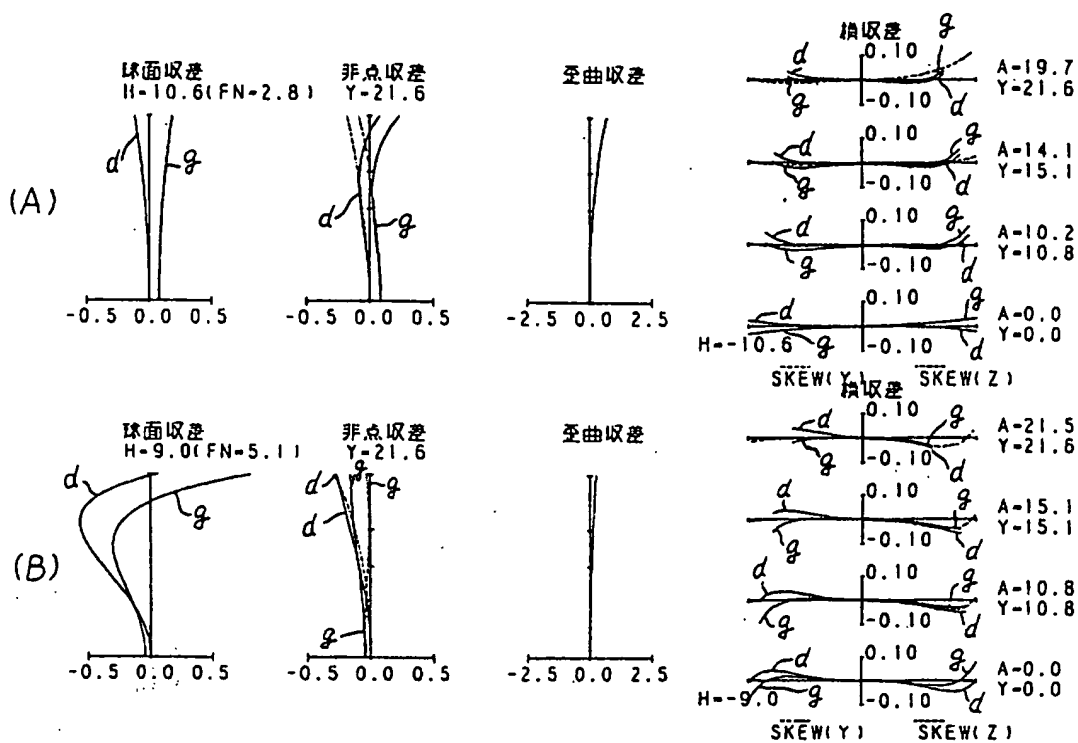
代理人 弁理士 渡辺隆男



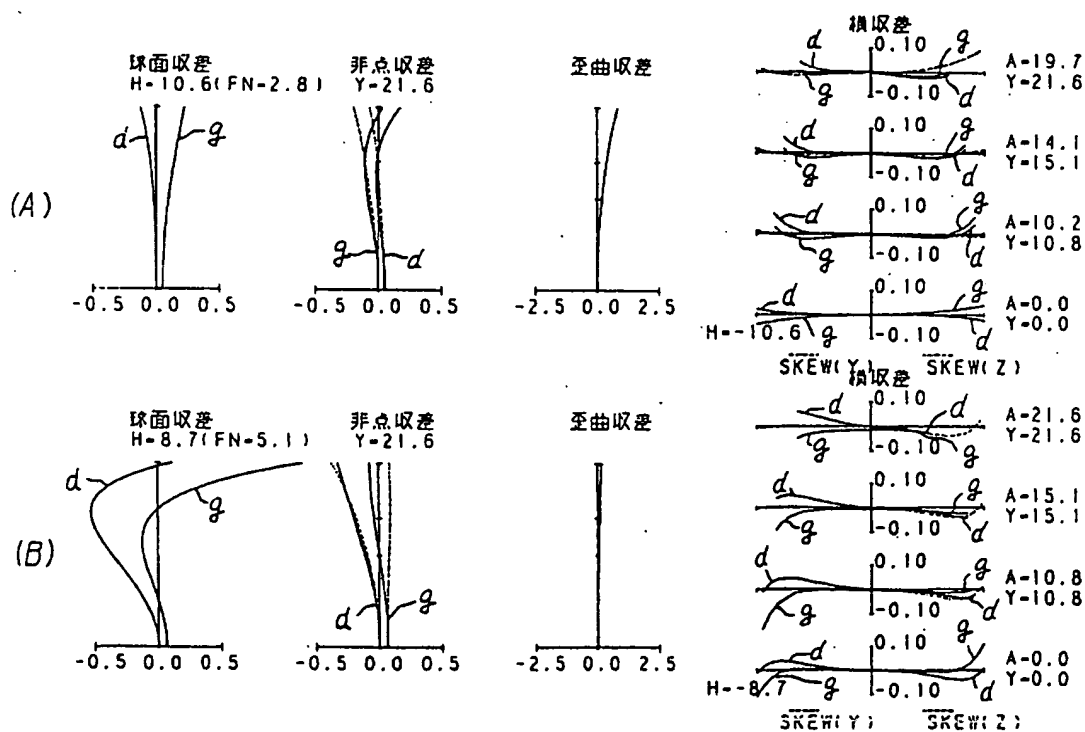
第 1 図



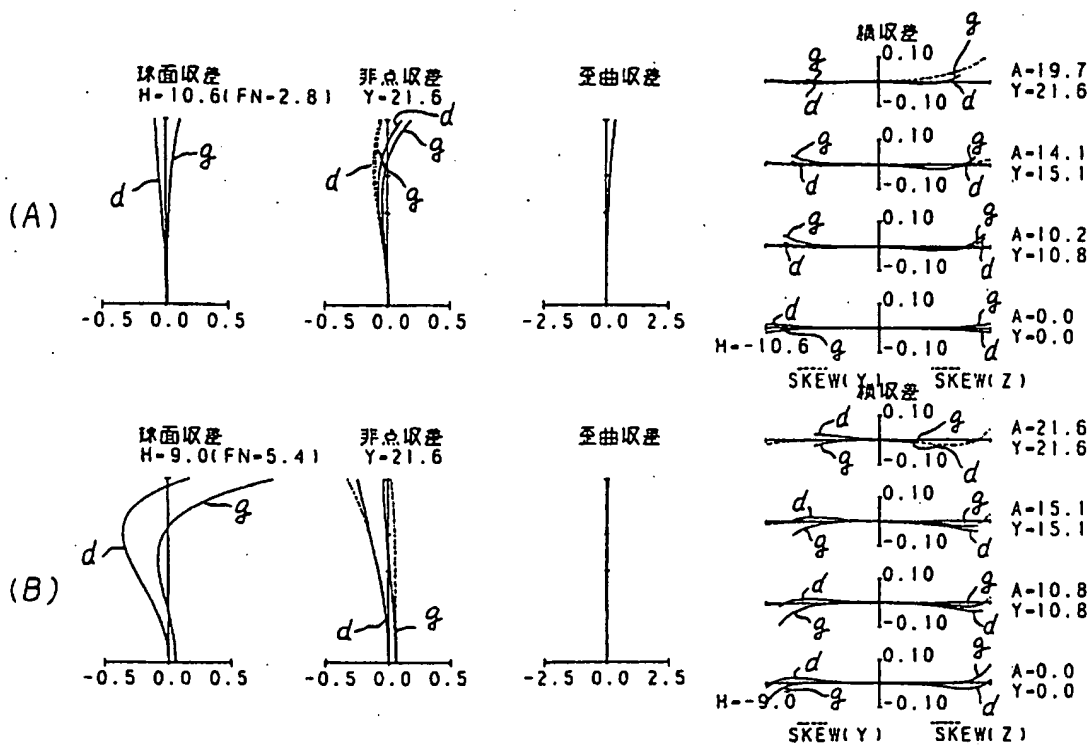
第 2 図



第 3 圖



第 4 図



第 5 図

手続補正書 (方式)

平成1年 8月18日

適

特許庁長官殿

1. 事件の表示

平成1年 特許願 第106901号

2. 発明の名称

近距離撮影可能なレンズ系

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

名称 (411) 株式会社ニコン

代表者 取締役社長 荻 幸 次

4. 代理人

住所 東京都品川区西大井1丁目6番3号

株式会社ニコン 大井製作所内

氏名 (7818) 弁理士 渡辺 隆 男

電話 (773) 1111 (代)

5. 補正命令の日付

平成1年 6月30日 (発送日: 平成1年 7月25日)

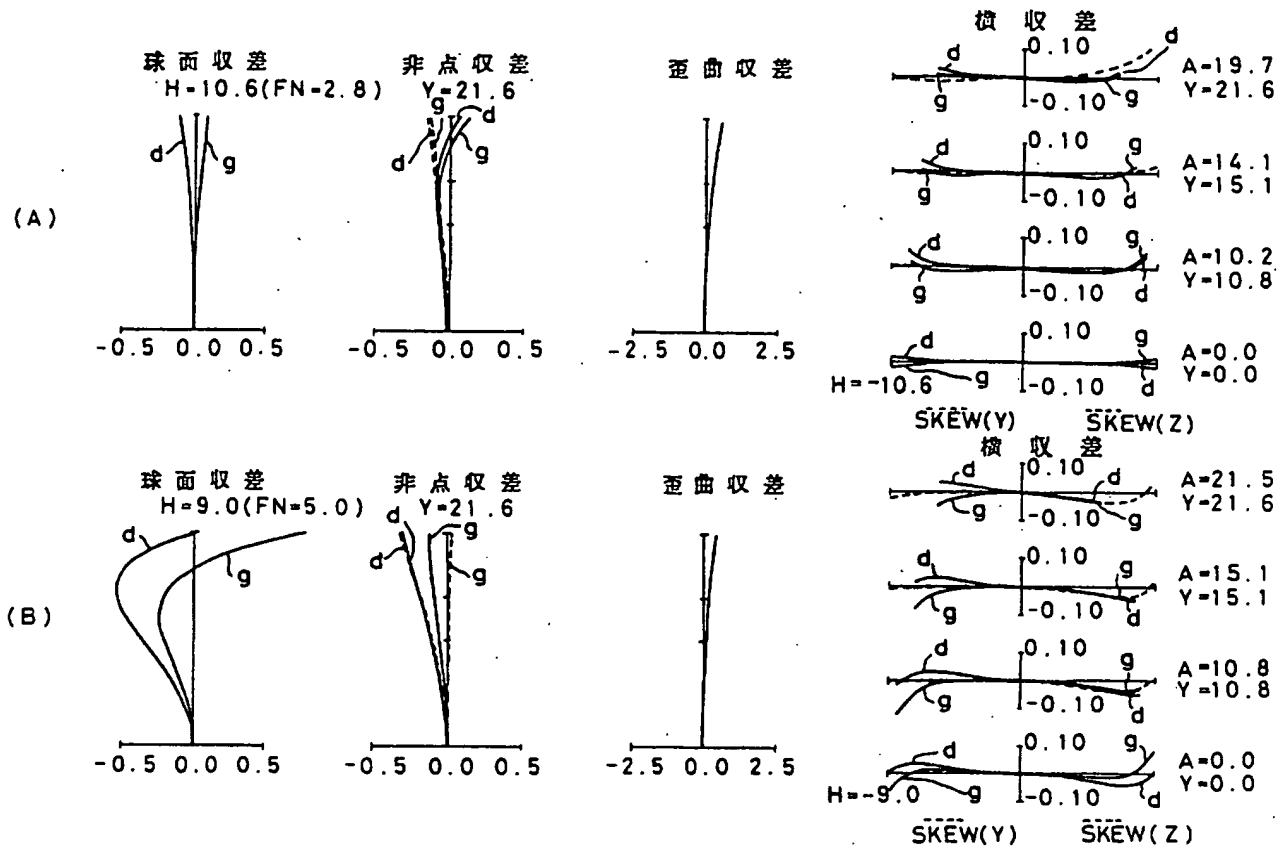
6. 補正の対象

図面

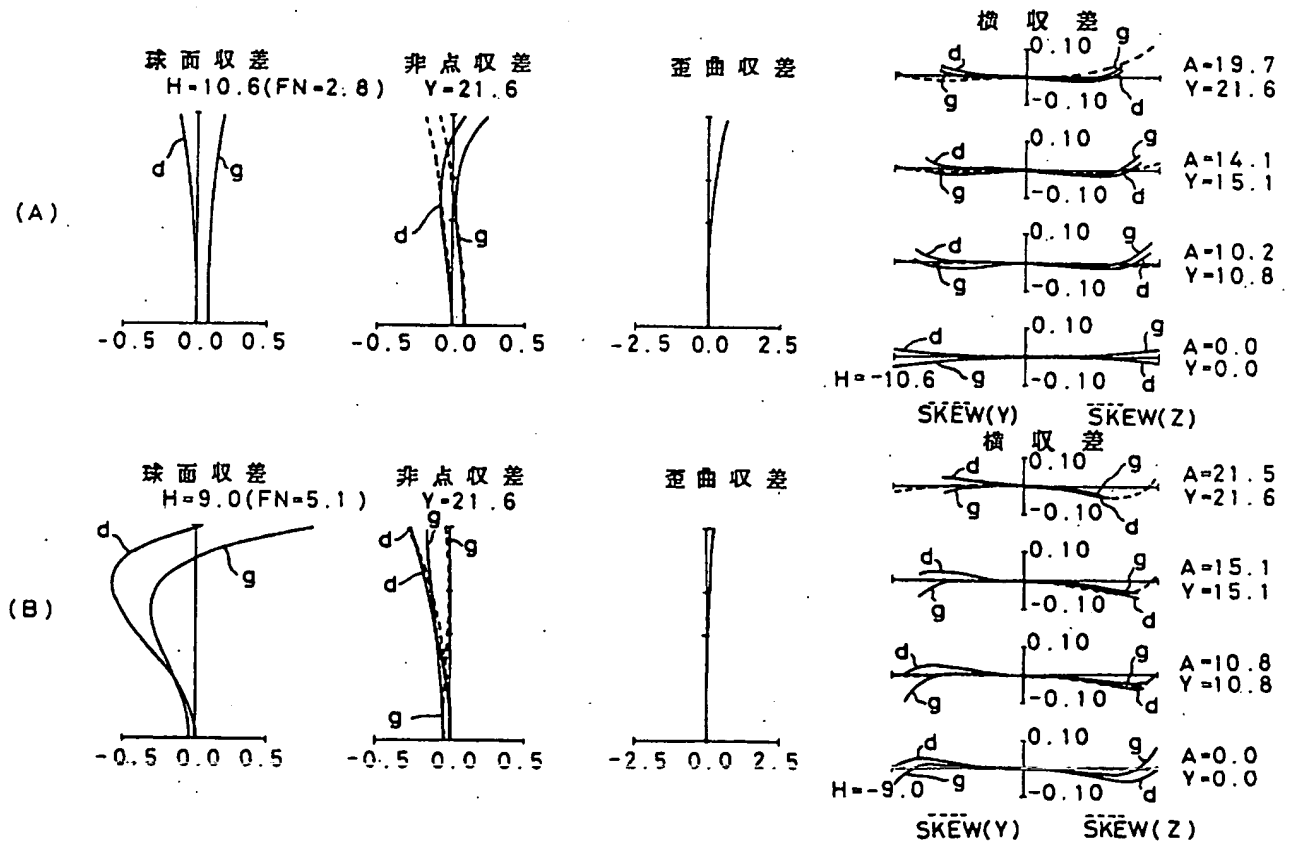
7. 補正の内容

図面の第2図、第3図、第4図及び第5図を

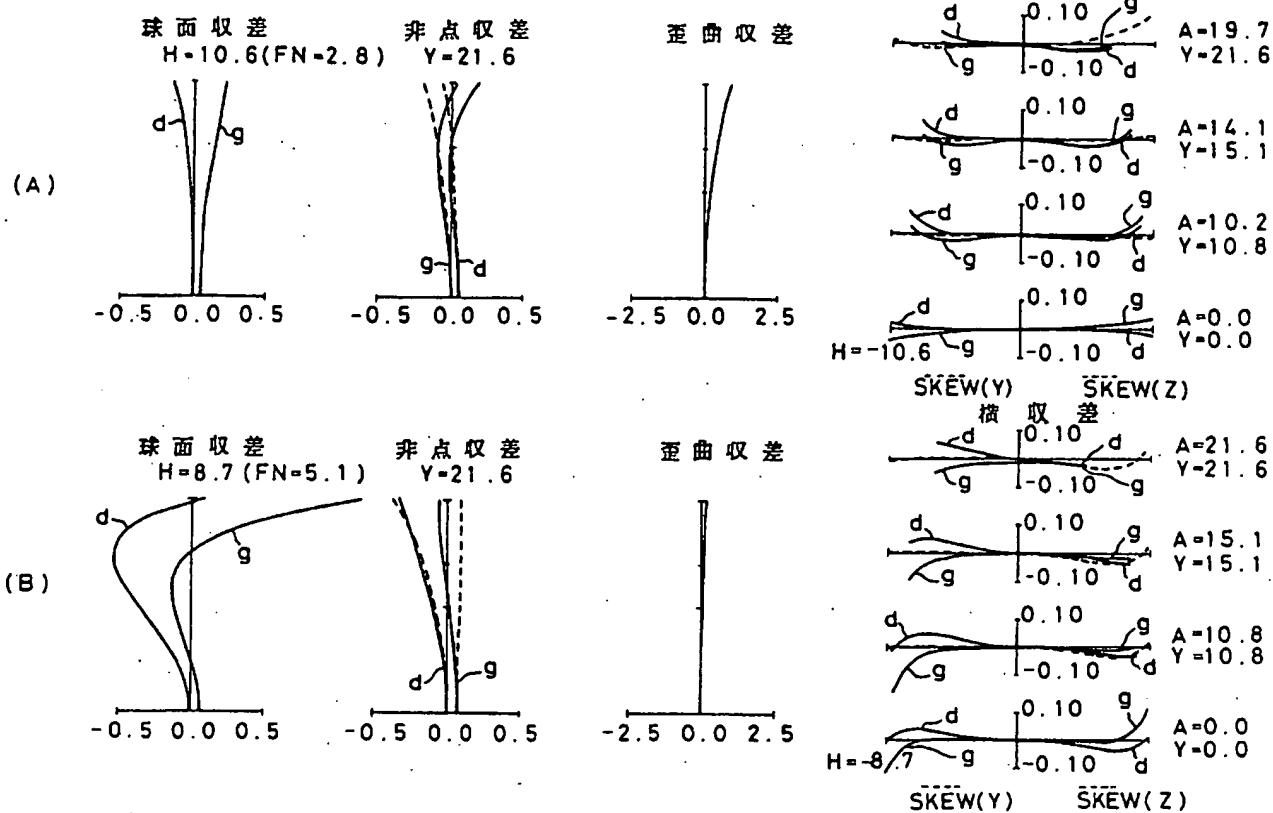
添付のものと差し換える。



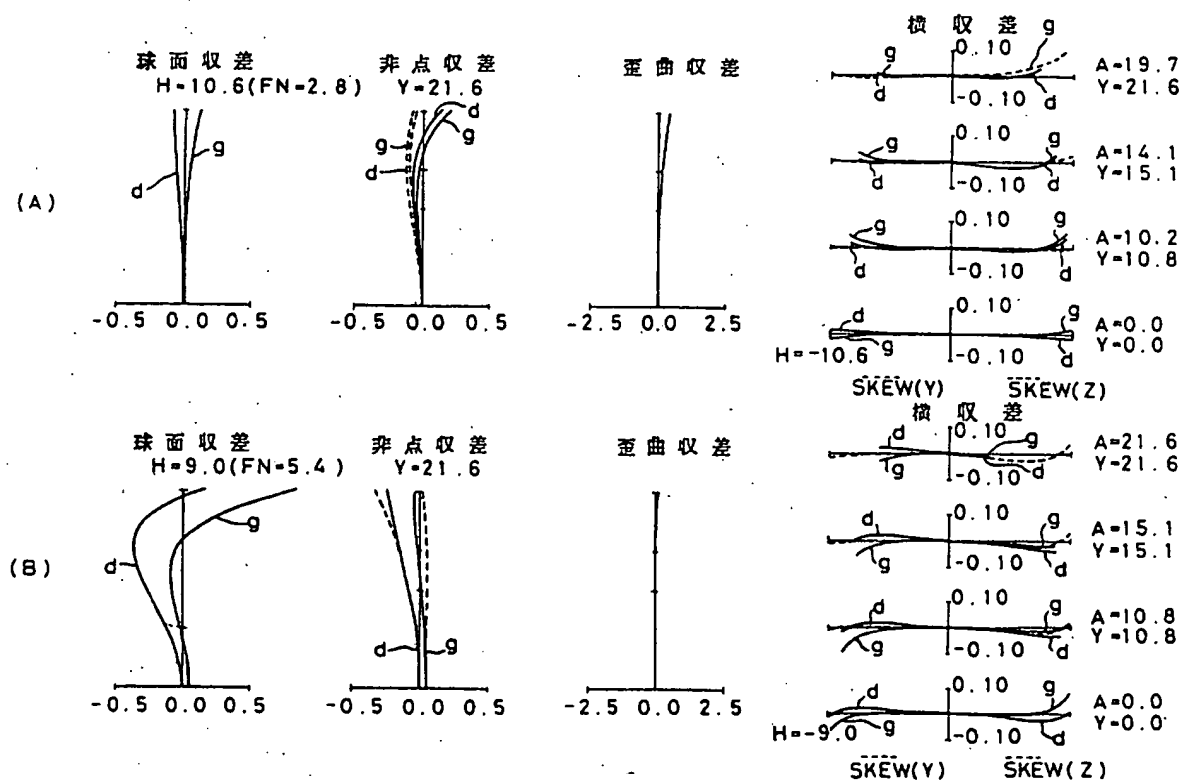
第 2 図



第 3 図



第 4 图



第 5 图